



INFORME PANELES QUICPLACK

CARLOS JOSÉ PARRA COSTA

Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación
GI Tecnología Avanzada de la Construcción (CTAC)

C/Ángel, s/n

30203 Cartagena

Tel.: 968 32 5485

carlos.parra@upct.es



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Departamento de
ARquitectura y
Tecnología de
Edificación

1. Contenido del informe

Por encargo del grupo QUICKPLACK a través de una colaboración con el Centro Tecnológico de la Construcción de la Región de Murcia se procede a analizar experimentalmente el comportamiento resistente a flexión de un panel cuyo proceso de fabricación, componentes y estabilidad de los mismos en el tiempo están sujetos a la privacidad propia de la industria privada de la construcción.

Los resultados serán ordenados y analizados para que la información resulte comprensible al objeto de facilitar la comprensión del funcionamiento de los paneles.

2. Descripción y tipos de ensayos en paneles

Los paneles ensayados, consisten piezas de entre 104 mm y 110 mm de espesor, y una anchura de 680 mm realizados con un núcleo de poliestireno expandido y un recubrimiento que le confiere resistencia a la tracción y dureza superficial en todas sus caras.

La composición del panel, así como los procesos de fabricación y laminado pertenecen a la empresa por lo que no se hace referencia a ellos en este informe. Tampoco son objetos de este informe el comportamiento al fuego o la durabilidad de los paneles.



Fig. 1 Imagen del panel QUIPLACK preparado para ensayo

Con el objeto de determinar la capacidad portante máxima que soportan los paneles se realizan ensayos de resistencia a flexión. Se ensayan 9 paneles apoyados a una distancia de 2,40 metros en pórtico con 2 puntos de carga separada entre sí 800 mm. Este ensayo en 4 puntos se realiza con una captación digital de las deformaciones y cargas aplicadas (Figura 2).

Por otra parte, se realizarán 3 ensayos a menor distancia (1,2 metros) y con una distancia entre el punto de carga y el apoyo igual a 20 cm, con el objeto de determinar si la distancia modifica el comportamiento de los paneles y si el cortante es un modo de fallo crítico.

Los paneles han sido ensayados en los Laboratorios de Construcciones Arquitectónicas del Edificio de Laboratorios Docentes y de Investigación (ELDI) de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) por el grupo de investigación de Ciencia y Tecnología Avanzada de Construcción (CTAC), que pertenece al departamento de Arquitectura y Tecnología de la adscrito a la Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Edificación.

Los paneles se han ensayado (bajo carga monotónica creciente a una velocidad de 0,5 MPa/segundo. Para tener en cuenta eventuales procesos de carga y descarga se han realizado cargas parciales para deformaciones de los resultados obtenidos se exponen a continuación.

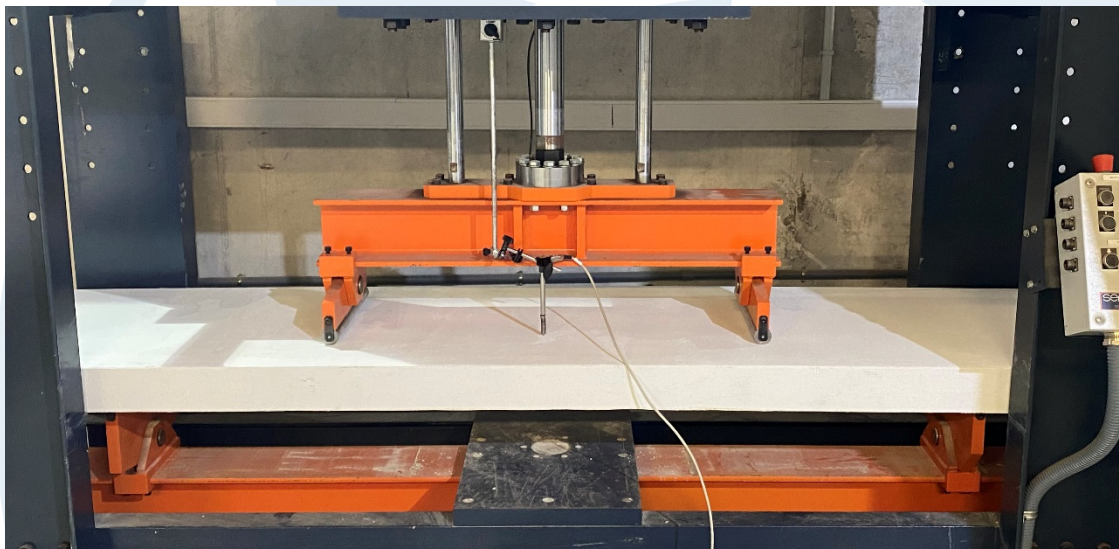


Fig. 2 Imagen del montaje de panel QUIPLACK y extensómetros para realizar el ensayo

3. Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos se analizan considerando que las resistencias se comportan como si se tratase de una variable aleatoria con una distribución normal por lo que puede caracterizarse con el valor medio de resultados \bar{cm} y desviación típica σ de la misma.

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos de las 9 placas ensayadas a una distancia entre apoyos de 2,40 metros y una distancia entre rodillos de apoyo de 0,80 metros.

Tabla 1 Resultados de las placas ensayadas a 2,40 metros de distancia entre apoyos con una sección transversal de 680 x 110 mm².

Vigas	Q _{rotura} (KN)	M _{rotura} (mKN)	σ _{rotura} (MPa)
1	6,53	1,63	1,27
2	11,38	3,41	2,58
3	8,11	2,43	1,84
4	4,57	1,83	1,38
5	6,28	2,51	1,90
6	4,8	1,92	1,45
7	5,48	2,19	1,66
8	3,74	1,50	1,13
9	5,09	2,04	1,54
Valor medio	6,22	2,16	1,64

A continuación se muestran los resultados de las placas ensayadas a una distancia de 1,2 metros de distancia entre apoyos. Como puede observarse en la tabla 2 los valores de tensión de rotura obtenidos son ligeramente superiores a los obtenidos en los ensayos anteriores. Con un momento resistente un 16,20 % superior y una tensión de rotura un 15,85 % superior a los obtenidos para las placas apoyadas a 2,40 metros.

Estos datos parecen indicar que el modo de rotura dominante es a flexión por aplastamiento de la cabeza superior y rotura total del alma de la pieza.

Tabla 2 Resultados de las placas ensayadas a una distancia de 1,2 metros de apoyo con una distancia entre rodillos de 0,80 metros.

Vigas	Q_{rotura} (KN)	M_{rotura} (mKN)	σ_{rotura}
1	13,83	3,46	2,62
2	14,07	1,41	1,06
3	10,62	2,66	2,01
Valor medio	12,84	2,51	1,90

La rotura observada (figura 3) se produce por aplastamiento localizado en la cara superior con una fisuración que atraviesa toda la sección. Lo cual indica que durante su puesta en servicio deben evitarse los apoyos puntuales o localizados que podrían generar una merma importante de resistencia.

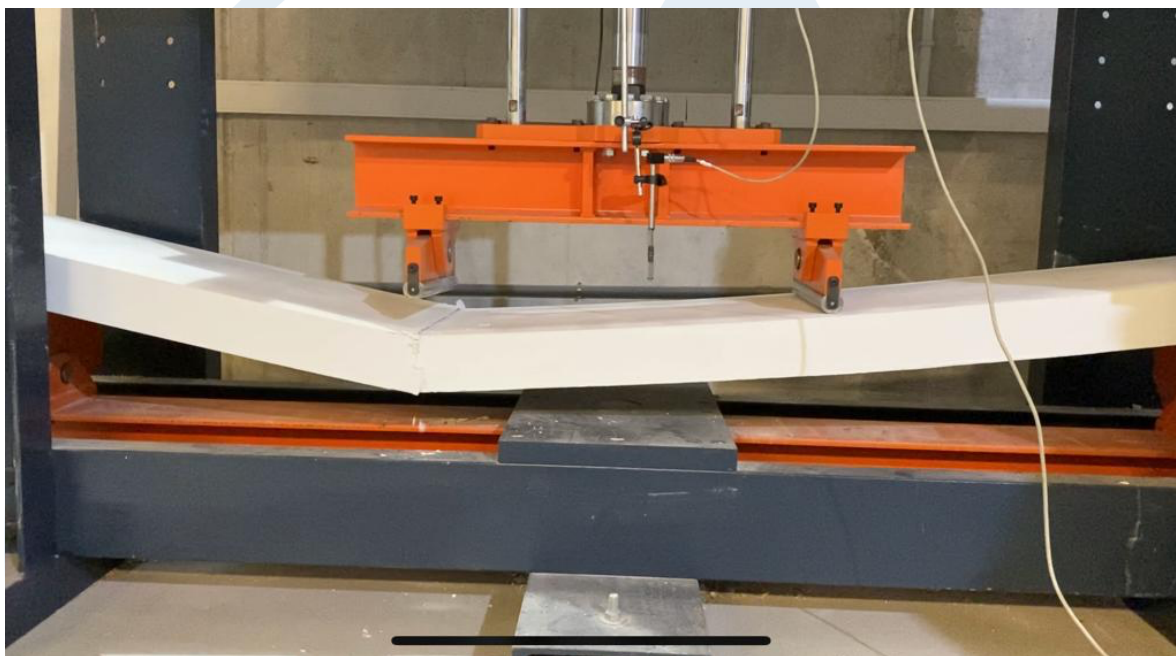


Fig. 3 Imagen del modo de rotura del panel

La rotura se produce después de una importante deformación, a pesar de ello es limpia en un plano sensiblemente recto que atraviesa tanto matriz del alma de la pieza como zona exterior (figura 4). Esta es una rotura que, aunque esperable, resulta frágil en su modo. No obstante, y como se comentará en el gráfico de la figura 5, el colapso se produce después de un desplazamiento importante que “avisa” de la proximidad del fallo.



Fig. 3 Imagen del panel QUIPLACK donde se aprecia el modo de agotamiento

Es decir los resultados obtenidos en los ensayos muestran que los paneles tienen una gran capacidad de deformación previa a la rotura, y esto es algo positivo en el caso de continuidad o apoyos sucesivos ya que les va a permitir redistribuir momentos positivos y negativos contribuyendo a un reparto más homogéneo de cargas en los apoyos y un mejor aprovechamiento de la placa, además de una cierta seguridad adicional.

En cualquier caso, esta capacidad de deformación permite construir tablas con igual validez para paneles biapoyadas y con continuidad. En el análisis del comportamiento deformacional se puede apreciar en el gráfico de la figura 4 que todos los paneles ensayados tienen un comportamiento similar sin bien la dispersión de resultados es importante lo cual va a influir en la consideración de los valores de uso que se aportan en el apartado siguiente.

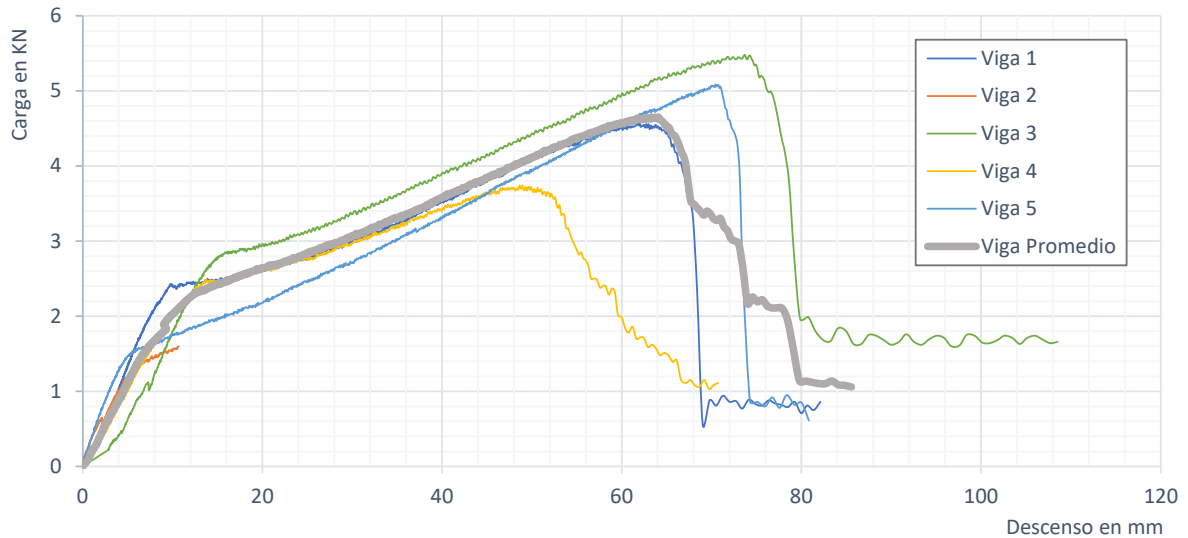


Figura 4. Relación Carga (KN) y desplazamiento (mm) de varios paneles ensayados

Con objeto de estudiar el comportamiento frente a deformaciones de las 9 placas ensayadas se registraron los datos carga-desplazamiento en centro vano de 5 de las piezas. En la figura 4 se aprecia como los paneles tiene 3 zonas de comportamiento:

1. Una primera zona lineal con una elevada rigidez donde de media se alcanza cargas de rotura superiores a 2 KN (Momento de 0,80 mKN) con una deformación entorno a los 16 mm.
2. Un segunda zona de “plastificación” donde crece la deformación de forma importante sin incremento significativo de la carga aplicada. En esta zona la placa ya ha donde se alcanza una carga de 4,5 KN (momento de 1,80 mKN) para una deformación media de 65 mm. f
3. Una tercera rama de colapso donde se aprecia una resistencia residual dado la rotura de la zona superior de la placa anteriormente comentada

Por todo lo anterior y sin perjuicio de su comportamiento frente al fuego, durabilidad y demás agentes ambientales se considera que el comportamiento de las placas es adecuado, si bien su modo de rotura y la variabilidad de resultados debe ser considerado a la hora de establecer un modo de uso.

4. Valores de uso

Admitiendo que la distribución de resistencias sigue una distribución normal, la resistencia característica estimada es el valor que corresponde al cuartil del 5 por 100 en la distribución de resistencia; o lo que es lo mismo, es el valor asociado a una

probabilidad del 95 por 100 de que se presenten valores individuales de resistencia más altos que el valor tomado como característico.

Para aplicar correctamente este procedimiento estadístico es necesario conocer la desviación típica y la media de la población. Dado que **no se han chequeado todas las placas de la producción industrial** (es decir, no se conocen todos los datos de la población), **se acepta la simplificación** de tomar los valores de las muestras como dato suficientemente exacto de los valores de la población (media y desviación típica).

A partir de los resultados individuales de resistencia y capacidad portante es posible estimar la resistencia característica de la placa. Para ello, se pueden emplear diversos métodos:

- distribución normal de resistencias,
- distribución "t de Student"
- método del Código Técnico de la Edificación CTE.

De entre todos los métodos se escoge la distribución *t de student* para poder aproximar en la medida de los posibles de la forma más segura la resistencia teniendo en consideración el número de placas ensayadas.

$$R_{ck} = R_{cm} - k\sigma$$

De donde R_{cm} y σ son la resistencia media y la desviación típica de la muestra, respectivamente, y "**k**" es un **coeficiente** (valor crítico) que **depende del cuantil y del tamaño de la muestra**. Así, por ejemplo, en este caso particular de un cuantil del 5% y una muestra de 9 resistencias, el coeficiente "k" por el que hay que multiplicar la desviación típica para obtener la resistencia característica es 1,833.

En base a las consideraciones anteriores se puede obtener los valores de resistencia característica de las placas ensayadas, según se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Valores medio, varianza y valor característico de la carga, momento y tensión de rotura de las placas ensayadas

	Q_{rotura} (KN)	M_{rotura} (mKN)	σ_{rotura} (MPa)
mediana	5,48	2,036	1,54
media=	6,22	2,07	1,57
var(x)	2,32	0,72	0,54
k	1,833	1,833	1,833
Característico	1,97	0,75	0,58

Dada la alta deformabilidad del panel es difícil establecer un valor de carga vinculado con una deformación máxima admisible. No obstante, y en base a los resultados expuestos el lector puede hacerse una aproximación contrastando los resultados de la figura 4 con los valores de la tabla 4 donde se representa los criterios más generalizados de deformaciones máximas admisibles establecidas en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Tabla 4. Deformaciones máximas admisibles (mm) en función de la luz (mm)

Luz (mm)	2500	2000	1500	1000	800	600
L/500	5,00	4,00	3,00	2,00	1,60	1,20
L/400	6,25	5,00	3,75	2,50	2,00	1,50
L/350	7,14	5,71	4,29	2,86	2,29	1,71
L/300	8,33	6,67	5,00	3,33	2,67	2,00

En cualquier caso, y en base a los resultados de la tabla 3 por extrapolación matemática se puede obtenerse la luz que cada panel puede salvar en función de la carga que recibe, tal y como se representa en la gráfica de la figura 5.

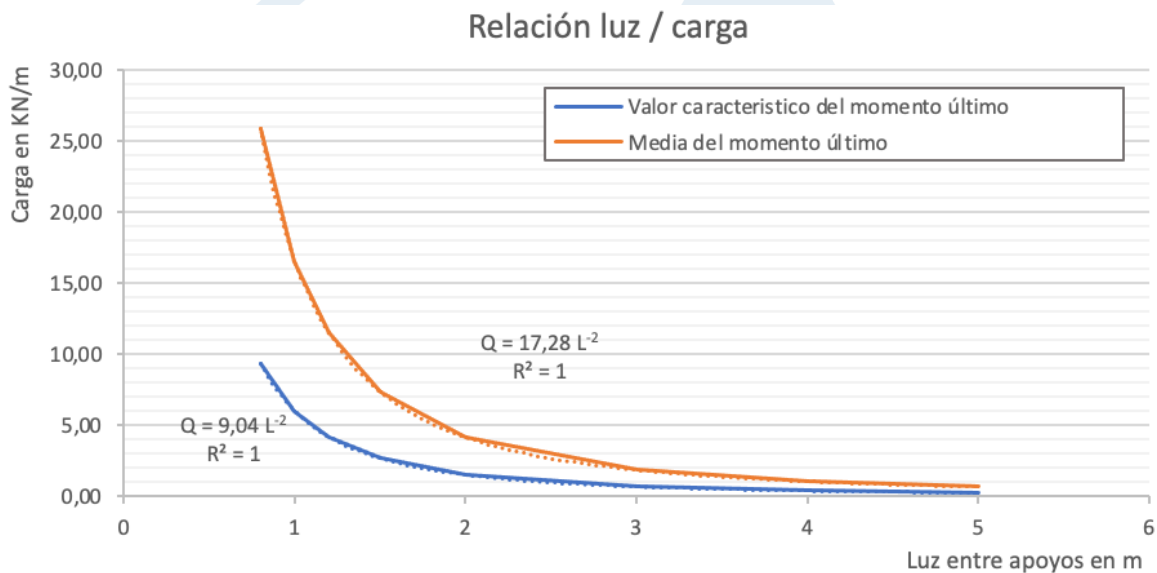


Figura 5. Extrapolación de la relación carga lineal (KN/m) y la luz considerando el valor del momento medio (en azul) y el momento característico último (en naranja) de los paneles ensayados

Si se considera que cada placa ensayada tiene un espesor de 680 mm los datos anteriores, se pueden expresar como una carga superficial por m^2 , dividiendo los resultados anteriores entre 0,680 m. El valor de esta transformación se presenta en la figura 6 y en la tabla 5.

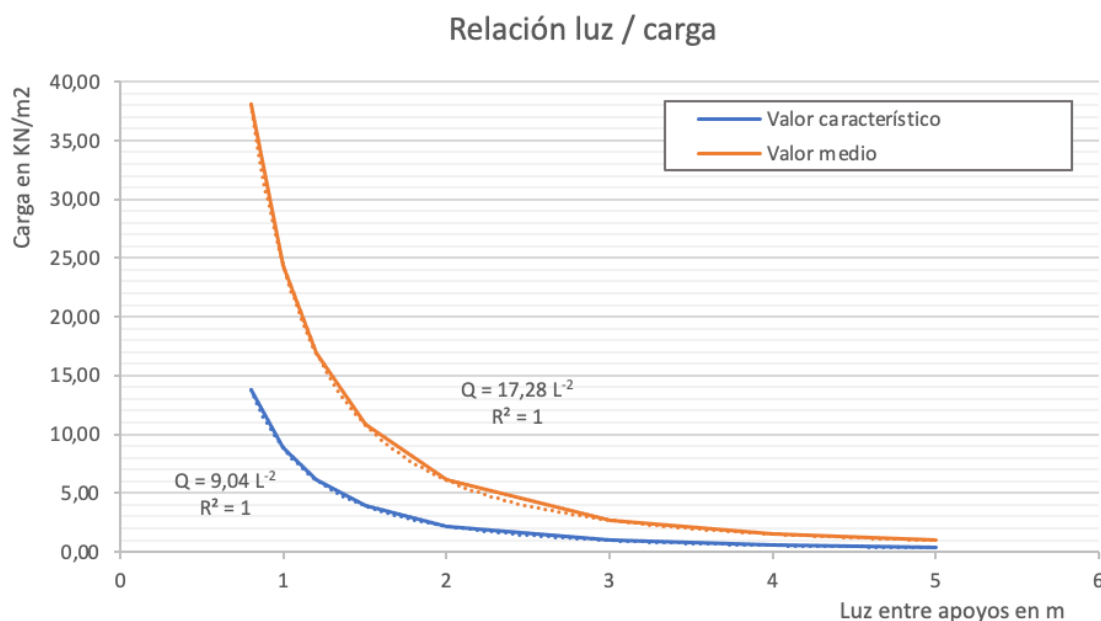


Figura 6. Extrapolación de la relación carga superficial (KN/m^2) y la luz considerando el valor del momento medio (en naranja) y el momento característico último (en azul) de los paneles ensayados

Tabla 5. Relación Carga (KN/m^2) y la luz considerando el valor del momento medio y el momento característico último de los paneles ensayados

Luz (m)	Carga (KN/m^2)	
	Valor estadístico	Valor medio
0,8	13,79	38,05
1	8,82	24,35
1,2	6,13	16,91
1,5	3,92	10,82
2	2,21	6,09
3	0,98	2,71
4	0,55	1,52
5	0,35	0,97

5. Conclusiones finales

En base a los ensayos realizados, sobre los paneles proporcionados, y teniendo en consideración las limitaciones propias del establecimiento de propiedades generalizadas a partir de los ensayos de laboratorio, pueden alcanzarse las siguientes conclusiones:

1. Los paneles ensayados muestran una gran capacidad de deformación previa a la rotura y escaso peso propio lo que lo convierte en un sistema idóneo para su empleo en zona sísmica.
2. Los resultados obtenidos permiten calificar al producto, desde el punto de vista de comportamiento mecánico, como adecuado para su empleo en edificación siempre dentro de las cargas límites recomendadas.
3. Se debe garantizar el comportamiento de los paneles frente a situaciones de incendio y de durabilidad para satisfacer las prestaciones requeridas en el código técnico de la edificación .

Fdo. Carlos José Parra Costa
Cartagena, 11 de noviembre de 2021